


55

Also published as:

 WO0165706 (A3)

WO0165706 (A2)

EP1264410 (A0)

CN1406410 (A)

CN1237709C (C)

TABLE 1. *Continued*

The invention relates to a

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 100 09 596 A 1

21 Aktenzeichen: 100 09 596.8
 22 Anmeldetag: 29. 2. 2000
 43 Offenlegungstag: 30. 8. 2001

51 Int. Cl.⁷:
H 03 F 1/32
 H 03 F 3/24
 H 04 B 1/62
 H 03 C 1/02
 // H04L 27/01

DE 100 09 596 A 1

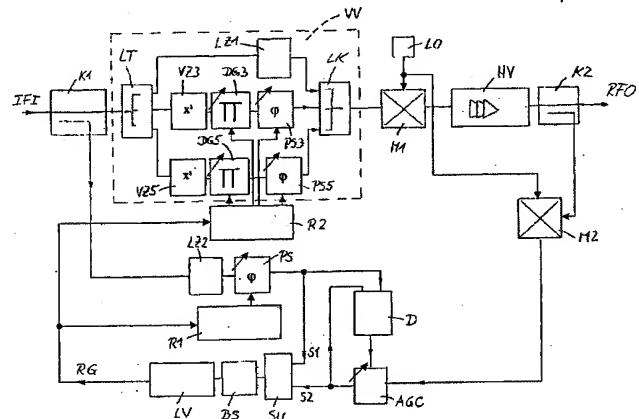
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Schick, Michael, 71554 Weissach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54) Vorrichtung zur Linearisierung eines Hochfrequenz-Verstärkers

57 Die Vorrichtung zur Linearisierung eines Hochfrequenz-Verstärkers besitzt einen dem Verstärker (HV) vorgeschalteten Vorverzerrer (VV), in dem mehrere variabel steuerbare Phasen- (PS3, PS5) und Dämpfungsglieder (DG3, DG5) vorhanden sind. Um die vom Verstärker (HV) erzeugten Intermodulationsprodukte möglichst weitgehend zu unterdrücken, ist ein Signalzweig (LZ2, PS, D, AGC, SU, BS, LV, R1) vorhanden, der unter Einbeziehung des Eingangssignals (IFI) des Vorverzerrers (VV) aus dem Verstärkerausgangssignal (RFO) die Intermodulationsprodukte selektiert. Die Intermodulationsprodukte dienen dann als Regelgröße (RG) für die variablen Phasen- (PS3, PS5) und Dämpfungsglieder (DG3, DG5) des Vorverzerrers (VV).



DE 100 09 596 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Linearisierung eines Hochfrequenz-Verstärkers mittels eines dem Verstärker vorgeschalteten Vorverzerrers, wobei Schaltmittel vorgesehen sind, welche in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Verstärkers ein oder mehrere variable Phasen- und Dämpfungsglieder des Vorverzerrers adaptiv so steuern, dass die vom Verstärker erzeugten Intermodulationsprodukte minimal werden.

Beispielsweise für die beim digitalen Richtfunk verwendete Modulationsart QAM werden sehr große Forderungen an die Linearität eines Sendeverstärkers gestellt. Je höher die Anzahl der Modulationsstufen ist, desto höhere Anforderungen sind an die Linearität des Verstärkers zu stellen. Für sehr hohe Modulationsstufen, wie 256- und 512-QAM, ist auch eine hohe Sendeleistung erforderlich, damit bei gleicher Funkfeldlänge ein größerer Signal-Rausch-Abstand erreicht wird. Es ist das Ziel, mit möglichst wenigen Verstärkerstufen auskommen zu können. Deshalb ist man bestrebt, jeden Verstärker möglichst weit auszusteuern, d. h. die Spitzenaussteuerungen bis nahe an den 1 dB-Kompressionspunkt heranzuführen. Damit wird der Verstärker nicht nur in seinem linearen, sondern auch in seinem nichtlinearen Bereich betrieben. Um trotzdem im Ausgangssignal des Verstärkers einen genügend großen Intermodulationsabstand zu erreichen, wird die oben angesprochene Linearisierung des Verstärkers vorgenommen. Die Linearisierung eines Hochfrequenzverstärkers mit einem diesem vorgeschalteten Vorverzerrer ist aus der US 4,329,655 bekannt. Diese bekannte Vorrichtung selektiert aus dem Ausgangssignal des Verstärkers ein bestimmtes Frequenzband, das schließlich als Stellgröße für Phasen- und Dämpfungsglieder des Vorverzerrers verwendet wird, um diese so einzustellen, dass die vom Verstärker erzeugten Intermodulationsprodukte möglichst weitgehend kompensiert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit der gegenüber dem Stand der Technik eine weitere Verbesserung bei der Kompensation der vom Hochfrequenz-Verstärker erzeugten Intermodulationsprodukte mittels eines Vorverzerrers erreicht wird.

Vorteile der Erfindung

Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass ein Signalzweig vorhanden ist, der unter Einbeziehung des Eingangssignals des Vorverzerrers aus dem Verstärker Ausgangssignal die Intermodulationsprodukte selektiert, und dass die Intermodulationsprodukte als Regelgröße für die variablen Phasen- und Dämpfungsglieder des Vorverzerrers dienen.

Dadurch, dass die Regelgröße allein durch die Intermodulationsprodukte, welche kompensiert werden sollen, bestimmt wird, und Modulationsanteile des Eingangssignals dabei ohne Einfluß sind, ist eine besonders weitgehende Kompensation von Intermodulationsprodukten und damit Linearisierung des Hochfrequenz-Verstärkers möglich.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Demnach ist es zweckmäßig, dass im Signalzweig das auch dem Vorverzerrer zugeführte Eingangssignal über ein variables Phasenglied an einen ersten Eingang eines Summierers gelangt und einem zweiten Eingang des Summierers das Ausgangssignal des Verstärkers zugeführt ist. Des weiteren ist eine automatische Verstärkungsregelung vorgese-

hen, welche die Pegel der beiden an den Eingängen des Summierers anliegenden Signale aneinander anpaßt. Das Ausgangssignal des Summierers wird zum einen als Regelgröße für das variable Phasenglied im Signalzweig verwendet, das adaptiv so eingestellt wird, dass das Ausgangssignal des Summierers ausschließlich Intermodulationsprodukte enthält. Außerdem wird das Ausgangssignal des Summierers als Regelgröße für die variablen Phasen- und Dämpfungsglieder des Vorverzerrers verwendet.

Es ist zweckmäßig, an den Ausgang des Summierers einen logarithmischen Verstärker zu schalten, der das die Intermodulationsprodukte enthaltende Ausgangssignal des Summierers in einer die Regelgröße bildende Gleichspannung wandelt.

Es bringt schaltungstechnische Vorteile, wenn die Ausregelung der Intermodulationsprodukte nicht im Hochfrequenzbereich sondern im Zwischenfrequenzbereich erfolgt. Dazu ist dem Vorverzerrer, dessen Eingangssignal im Zwischenfrequenzbereich liegt, ein Aufwärtsmischer nachgeschaltet, der das vorverzerrte Zwischenfrequenzsignal in die für den Hochfrequenz-Verstärker bestimmte Hochfrequenzebene heraufsetzt. Ein Abwärtsmischer setzt einen vom Verstärker Ausgangssignal ausgekoppelten Signalanteil, aus dem die Regelgröße abgeleitet wird, in den Zwischenfrequenzbereich herab.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert.

Die einzige Figur der Zeichnung stellt ein Blockschaltdiagramm zur Linearisierung eines Hochfrequenz-Verstärkers dar.

Um den Hochfrequenz-Verstärker HV, der in der Regel aus mehreren Verstärkungsstufen besteht, zu linearisieren, d. h. die von ihm erzeugten Intermodulationsprodukte zu kompensieren, ist dem Verstärker HV ein Vorverzerrer VV vorgeschaltet. Das dem Vorverzerrer VV zugeführte Eingangssignal IFI, das vom Hochfrequenz-Verstärker HV verstärkt werden soll, liegt in einem Zwischenfrequenzbereich. Nach der Vorverzerrung wird das Zwischenfrequenzsignal IFI von einem Mischer M1 in die für den Hochfrequenz-Verstärker HV bestimmte Hochfrequenzebene heraufgesetzt. Dieser Mischer M1 erhält von einem Lokalschaltzillator LO seine Referenzfrequenz. Am Ausgang des Hochfrequenz-Verstärkers HV liegt dann das verstärkte Hochfrequenz-Ausgangssignal RFO an.

Der Vorverzerrer VV besteht in bekannter Weise (vergleiche z. B. US 4,329,655) aus mehreren parallelen Zweigen, auf die mittels eines Leistungsteilers LT das Eingangssignal IFI aufgeteilt wird. Die Ausgangssignale der drei Zweige werden einander von einem Leistungskombinierer LK zu einem gemeinsamen, dem Aufwärtsmischer M1 zugeführten Ausgangssignal überlagert. Ein erster Zweig des Vorverzerrers VV besitzt ein Verzerrungsglied VZ3 dritten Grades, ein variables Dämpfungsglied DG3 und ein variables Phasenglied PS3. Ein zweiter Zweig des Vorverzerrers VV besitzt ein Verzerrungsglied VZ5 fünften Grades und ebenfalls ein variables Dämpfungsglied DG5 und ein variables Phasenglied PS5. Der dritte Zweig ist mit einem Laufzeitglied LZ1 versehen, welches die Laufzeit des Signals durch diesen Zweig an die Laufzeit der Signale durch die anderen beiden Zweige anpaßt. Abweichend von dem dargestellten Ausführungsbeispiel des Vorverzerrers VV können auch mehr als zwei Zweige mit Verzerrungsgliedern oder auch nur ein Zweig mit einem Verzerrungsglied vorgesehen werden. Außerdem können Verzerrungsglieder ungerader oder auch gerader Ordnung eingesetzt werden.

Am Eingang des Vorverzerrers VV befindet sich ein Koppler K1, über den ein Teil des Eingangssignals IFI ausgekoppelt und einem Signalzweig mit einem Laufzeitglied LZ2 und einem variablen Phasenglied PS zugeführt wird. Der Ausgang des variablen Phasengliedes PS gelangt an einen ersten Eingang eines Summierers SU. An den zweiten Eingang dieses Summierers SU ist ein Signalanteil, der mittels eines Kopplers K2 vom Ausgangssignal des Hochfrequenz-Verstärkers HV ausgekoppelt wird und von einem Abwärtsmischer M2 von der Hochfrequenzebene in die Zwischenfrequenzebene herabgesetzt wird. Der Abwärtsmischer M2 erhält seine Referenzfrequenz ebenfalls aus dem Lokaloszillator LO und setzt das Hochfrequenz-Ausgangssignal in die gleiche Zwischenfrequenzebene um, in der sich das Eingangssignal IFI befindet.

Die beiden an den Eingängen des Summierers SU anliegenden vom Signalzweig LZ2, PS und vom Ausgangssignal des Hochfrequenz-Verstärkers HV abgeleiteten Signale S1 und S2 werden einem Schaltblock D zugeführt, in dem durch Gleichrichtung die Pegel beider Signale S1 und S2 bestimmt werden und die Differenz der beiden Signalpegel gebildet wird. Das Ausgangssignal des Schaltblocks D steuert einen regelbaren Verstärker AGC, über den das vom Ausgangssignal RFO des Hochfrequenz-Verstärkers HV abgeleitete Signal S2 geführt wird. Und zwar wird der regelbare Verstärker AGC bezüglich seiner Verstärkung so eingestellt, dass die beiden Eingangssignale S1 und S2 des Summierers SU gleiche Pegel besitzen. Die Wirkung davon ist, dass das Ausgangssignal des Summierers SU ausschließlich die vom Hochfrequenz-Verstärker HV erzeugten Intermodulationsprodukte enthält. Das Signal S2 weist nämlich sowohl Spektralanteile der Intermodulationsprodukte als auch Spektralanteile des modulierten Eingangssignals IFI auf. Das Signal S1 enthält nur Spektralanteile des Eingangssignals IFI. Nachdem beide Signale S1 und S2, wie beschrieben, auf gleiche Pegel eingeregelt worden sind, löschen sich die in den beiden Signalen S1 und S2 vorhandenen Spektralanteile des Eingangssignals IFI gegenseitig aus, so dass im Ausgangssignal des Summierers SU ausschließlich Spektralanteile der Intermodulationsprodukte übrig bleiben. Das Ausgangssignal des Summierers SU wird über ein Bandsperrfilter BS und einen logarithmischen Verstärker LV geführt. Das Bandsperrfilter BS unterstützt die Selektion der Spektralanteile der Intermodulationsprodukte. Der logarithmische Verstärker LV, der vorzugsweise eine große Dynamik aufweist, wandelt das Ausgangssignal des Summierers in eine Gleichspannung RG um.

Das vom logarithmischen Verstärker LV erzeugte Gleichspannungssignal RG, das ausschließlich von den Intermodulationsprodukten abhängt, dient zum einen als Regelgröße für das variable Phasenglied PS im Signalzweig, welcher aus dem Ausgangssignal IF1 einen Signalanteil S1 dem Summierer SU zuführt. Ein Regler R1 regelt in Abhängigkeit von der Regelgröße RG das variable Phasenglied PS so, dass sich bei der Summation der beiden Signale S1 und S2 die darin vorhandenen Spektralanteile des Eingangssignals IF1 gegenseitig vollständig auslöschen und nur noch die reinen Intermodulationsprodukte im Ausgangssignal des Summierers SU übrig bleiben.

Des weiteren wird die Regelgröße RG einem zweiten Regler R2 zugeführt. Dieser zweite Regler R2 steuert in Abhängigkeit von der Regelgröße RG die Dämpfungsglieder DG3, DG5 und Phasenglieder PS3 und PS5 im Vorverzerrer VV so, dass die durch die Regelgröße RG repräsentierten Intermodulationsprodukte minimal werden. Auf diese Weise werden durch die Vorverzerrung Intermodulationsprodukte, die durch den Betrieb des Hochfrequenz-Verstärkers HV im nicht linearen Bereich entstehen, in hohem

Maße kompensiert, so dass das Intermodulationsrauschen im verstärkten Hochfrequenz-Ausgangssignal RFO minimal wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Linearisierung eines Hochfrequenz-Verstärkers mittels eines dem Verstärker (HV) vorgeschalteten Vorverzerrers (VV), wobei Schaltmittel vorgesehen sind, welche in Abhängigkeit vom Ausgangssignal (RFO) des Verstärkers (HV) ein oder mehrere variable Phasen-(PS3, PS5) und Dämpfungsglieder (DG3, DG5) des Vorverzerrers (VV) adaptiv so steuern, dass die vom Verstärker (HV) erzeugten Intermodulationsprodukte minimal werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Signalzweig (LZ2, PS, D, AGC, SU, BP, LV, R1) vorhanden ist, der unter Einbeziehung des Eingangssignals (IFI) des Vorverzerrers (VV) aus dem Verstärkerausgangssignal (RFO) die Intermodulationsprodukte selektiert, und dass die Intermodulationsprodukte als Regelgröße (RG) für die variablen Phasen (PS3, PS5) und Dämpfungsglieder (DG3, DG5) des Vorverzerrers (VV) dienen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Signalzweig ein Teil (S1) des dem Vorverzerrer (VV) zugeführten Eingangssignal (IFI) über ein variables Phasenglied (PS) an einen ersten Eingang eines Summierers (SU) gelangt, dass einem zweiten Eingang des Summierers (SU) ein Teil (S2) des Ausgangssignals (S2) des Verstärkers (HV) zugeführt ist, dass eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) vorgesehen ist, welche die Pegel der beiden an den Eingängen des Summierers (SU) anliegenden Signale (S1, S2) aneinander anpaßt, dass das Ausgangssignal des Summierers (SU) zum einen als Regelgröße (RG) für das variable Phasenglied (PS) im Signalzweig dient, das adaptiv so eingestellt wird, dass das Ausgangssignal des Summierers (SU) ausschließlich Intermodulationsprodukte enthält, und dass das Ausgangssignal des Summierers (SU) zum anderen Regelgröße (RG) für die variablen Phasen- (PS3, PS5) und Dämpfungsglieder (DG3, DG5) des Vorverzerrers (VV) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an den Ausgang des Summierers (SU) ein logarithmischer Verstärker (LV) geschaltet ist, der das die Modulationsprodukte enthaltende Ausgangssignal des Summierers (SU) in eine die Regelgröße (RG) bildende Gleichspannung wandelt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Eingangssignal (IFI) für den Vorverzerrer (VV) und den Signalzweig (LZ2, PS, D, AGC, SU, BS, LV, R1) in einem Zwischenfrequenzbereich liegt, dass dem Vorverzerrer (VV) ein Aufwärtsmischer (M1) nachgeschaltet ist, der das vorverzerrte Zwischenfrequenzsignal in die für den Hochfrequenz-Verstärker (HV) bestimmte Hochfrequenzebene heraufsetzt, und dass ein Abwärtsmischer (M2) den vom Verstärkerausgangssignal (RFO) ausgekoppelten Signalanteil (S2), aus dem die Regelgröße (RG) abgeleitet wird, in den Zwischenfrequenzbereich herabsetzt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

